



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 2月13日

出願番号

Application Number:

特願2001-035069

出願人

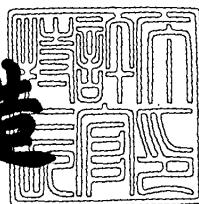
Applicant(s):

株式会社東芝
株式会社荏原製作所

2001年 8月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3070893

【書類名】 特許願

【整理番号】 002395

【提出日】 平成13年 2月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01B

H01L

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番 株式会社東芝 横浜事業所内

【氏名】 長濱 一郎太

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番 株式会社東芝 横浜事業所内

【氏名】 山崎 裕一郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 11 番 1 号 株式会社荏原製作所内

【氏名】 佐竹 徹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 11 番 1 号 株式会社荏原製作所内

【氏名】 野路 伸治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 11 番 1 号 株式会社荏原製作所内

【氏名】 嵐山 雅規

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 11 番 1 号 株式会社荏原製作所内

【氏名】 村上 武司

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社東芝

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】

【識別番号】 100089705

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 新大手町ビル2
06区 ユアサハラ法律特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 杜本 一夫

【電話番号】 03-3270-6641

【選任した代理人】

【識別番号】 100080137

【弁理士】

【氏名又は名称】 千葉 昭男

【選任した代理人】

【識別番号】 100083895

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 茂

【選任した代理人】

【識別番号】 100093713

【弁理士】

【氏名又は名称】 神田 藤博

【選任した代理人】

【識別番号】 100093805

【弁理士】

【氏名又は名称】 内田 博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106208

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮前 徹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 051806

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010958

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子線装置及び該電子線装置を用いたデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子照射部、レンズ系、偏向器、EXBフィルタ（ウイーンフィルタ）、電子検出器を有し、前記電子照射部から電子線を前記レンズ系、偏向器、EXBフィルタを介して試料の被検査領域に照射し、試料から生成する電子を前記電子検出器に前記レンズ系、偏向器、EXBフィルタにより結像させ、その電気信号を画像として検査する写像投影型電子線検査装置において、検査直前の被検査領域をあらかじめ荷電粒子により照射する荷電粒子照射部を備えたことを特徴とする電子線検査装置。

【請求項2】 前記荷電粒子が電子、正または負のイオン、またはプラズマであることを特徴とする請求項1記載の装置。

【請求項3】 前記荷電粒子のエネルギーが100eV以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の装置。

【請求項4】 前記荷電粒子のエネルギーが30eV以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の装置。

【請求項5】 前記請求項1ないし3のいずれかによる電子線検査装置を使用してデバイス製造プロセス途中のパターン検査をおこなうことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、電子線を用いたパターンの検査装置および該検査装置を用いたデバイス製造方法に関し、特に半導体ウェーハやフォトマスクのパターン検査において、最小線幅0.1μm以下の高密度パターンの欠陥を高精度・高信頼性で検査を行う装置及びそのような装置を用いてデバイス製造プロセス中のパターン検査を行うデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、電子線を用いて半導体ウェーハやフォトマスクのパターン検査をおこなう場合に、半導体ウェーハやフォトマスク等の試料表面に電子線を送りスキャンし、または試料をスキャンし、その試料の表面から生じる二次荷電粒子等を検出し、その検出結果から画像データを作製し、セル毎またはダイ毎のデータを比較することによって欠陥を検査する装置が知られている。

【0003】

しかしながら、上記従来の欠陥検査装置においては、電子線を照射することによって試料表面が帶電し、この帶電による電荷によって画像データが歪むため、欠陥を正しく検出できない問題があつた。また、このような画像データの歪みが問題になるので電荷による歪みが十分小さくなるようにビーム電流を小さくすると二次電子子信号のS/N比が悪くなり、誤検出の発生確率が増える欠点がある。また、S/N比を改善するため多数回走査して平均化処理等を行うとスループットが低下する問題があつた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記従来の問題点を解決するためになされたもので、帶電による画像歪みを生じないようにするか、あるいは画像ひずみが生じてもそれが最小限となるようにし、それによって信頼性の高い欠陥検査が行える装置および該装置を用いたデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記問題点を解決するため請求項1に記載の発明は、電子照射部、レンズ系、偏向器、EXBフィルタ、電子検出器を有し、前記電子照射部からの電子線を前記レンズ系、偏向器、EXBフィルタを介して試料の被検査領域に照射し、試料から生成する電子を前記電子検出器に前記レンズ系、偏向器、EXBフィルタにより結像させ、その電気信号を画像として検査する写像投影型電子線検査装置において、検査直前の被検査領域をあらかじめ荷電粒子により照射する荷電粒子照射部を備えたことを特徴とする。荷電粒子により照射する領域は、直後に検査する被検査領域よりも広い領域を照射することが望ましい。

【0006】

上記のように、検査直前の被検査領域を荷電粒子によりあらかじめ照射することにより、被検査領域の表面の電位を平滑化、もしくは荷電粒子により飽和させた後に欠陥を検出することができ、これにより帯電による測定画像の歪みが生じないか、または生じてもごく僅かとすることができ、欠陥を正しく測定することができる。また、従来では使用が問題であった量の大電流でも測定できるので、二次電子も多量に検出することができ、これによりS/N比の良い検出をおこなうことができる。

【0007】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1の電子線装置において、前記照射装置に用いる荷電粒子を電子線、正または負のイオン、またはプラズマとしたことを特徴とする。

【0008】

上記のように、照射装置に用いる荷電粒子として電子線、正または負のイオン、またはプラズマを用いることにより、検査対象となる試料の種類や工程等の条件に合った最適な荷電粒子を使用することができる。

【0009】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1または2の電子線装置において、前記荷電粒子のエネルギーを100eV以下としたことを特徴とする。

上記のように、荷電粒子エネルギーの大きさを設定することにより、照射装置からの荷電粒子の照射による二次電子の生成を激減させることができ、これにより二次電子による測定への影響を低減することができる。また、照射電流を上記の範囲とすることにより、検査対象の種類や工程等に合った最適の照射条件とすることができる。

【0010】

また、請求項4に記載の発明は、請求項1または2の電子線装置において、前記荷電粒子のエネルギーを30eV以下としたことを特徴とする

このように、荷電粒子のエネルギーを設定することにより、照射装置からの荷電粒子の照射による二次電子の生成をさらに低減させることができ、これによ

り、二次電子による測定への影響をさらに低減することができる。

【0011】

さらに、請求項5に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれかによる電子線検査装置を使用してデバイス製造プロセス途中のパターン検査をおこなうことの特徴とする。

【0012】

上記のように、本発明による電子線検査装置を用いてデバイス製造プロセス途中の検査をおこなうことにより、微細なパターンを有する半導体デバイスでも、スループットよく検査ができるので、全数検査が可能となり、製品の歩留まり向上、欠陥製品の出荷防止が可能となる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面を参照して説明する。

図1は、本発明による電子線検査装置の一実施の形態の要部を示す。

【0014】

荷電粒子17は荷電粒子照射線源19から試料基板10へ、バイアス電源20で設定された電圧で加速されて照射される。被検査領域15は領域16とともに既に前処理の荷電粒子照射を行つた場所を示し、領域17は荷電粒子照射を行つている場所を示す。この図では試料基板10を図の矢印の方向に走査しているが、往復走査を行う場合は、図示点線で示すように、荷電粒子線源19をもう一台一次電子線源の反対側に設置し、試料基板10の走査方向に同期して交互に荷電粒子線源19、19をオン、オフすれば良い。この場合、荷電粒子のエネルギーが高すぎると試料基板10の絶縁部からの二次電子収率が1を超えてしまい、表面が正に帯電し、またそれ以下でも二次電子が生成すると現象が複雑となり、照射効果が減少するので、二次電子の生成が激減する100eV以下（理想的には30eV以下）のランディング電圧に設定するのが効果的である。

【0015】

図2は本発明の第2の実施形態を示す。本図は荷電粒子線として電子線を照射するタイプの照射線源を示す。照射線源は、熱フィラメント21、引きだし

電極24、シールドケース26、フィラメント電源22、電子引き出し電源23から構成されている。引き出し電極24は厚さ0.1mmで、幅0.2mm、長さ1.0mmのスリットが設けられており、直径0.1mmのフィラメント21との位置関係は3電極電子銃の形態となっている。シールドケース26には幅1mm長さ2mmのスリットが設けられており、引出し電極24とは距離1mmの間隔とし、両者のスリットセンターが一致する様に組み上げられている。フィラメントの材質はタンゲステン(W)で2Aの電流を流し、引き出し電圧20V、バイアス電圧-30Vで数μAの電子電流が得られている。

【0016】

ここに示した例は一つの例であり、例えば、フィラメント材質はTa、Ir、Re等の高融点金属や、トリアコートW、酸化物陰極等が使用でき、その材質、線径、長さによりフィラメント電流が変わることは言うまでもない。また、その他の種類の電子銃でも電子線照射領域、電子電流、エネルギーが適当な値に設定できるものであれば使用する事が可能である。

【0017】

図3は第3の実施例を示す。本荷電粒子線としてイオンを照射するタイプの照射線源を示す。本照射線源はフィラメント21、フィラメント電源22、放電電源27、陽極シールドケース26から構成されており、陽極28とシールドケース26には1mm×2mmの同じサイズのスリットが明けられており、1mm間隔で両スリットの中心が一致する様に組み立てられている。シールドケース26内にArガスを1Pa程度導入し、熱フィラメント21によるアーク放電タイプで動作させる。バイアス電圧は正の値に設定する。

【0018】

図4は第4の実施例であるプラズマ照射方式の場合を示す。構造は図3と同様である。動作も上記と同様、熱フィラメント21によるアーク放電タイプで動作させるが、バイアス電位を0Vにすることにより、ガス圧によりプラズマ32がスリットからしみだし、試料基板に照射される。プラズマ照射の場合は他の方法に比べて正負両方の電荷を持つ粒子の集団のため試料基板表面の正負どちらの表面電位も0に近づけることが可能となる。

【0019】

図5は本発明の電子線検査装置を用いた写像投影型電子ビーム検査装置の実施例である。電子銃1から放出された電子線2は電子銃の正方形開口で整形され、2段のレンズ3、4で縮小され、偏向器15で光軸を調整されてEXBフィルタ5の偏向中心面に1.25mm角に結像される。EXBフィルタ5は、電極6と磁石7とにより、試料の法線に垂直な平面内において、電界と磁界とを直交させた構造となっており、電界、磁界、電子のエネルギーの関係が一定の条件を満たすときには電子を直進させ、それ以外のときには、これら電界、磁界、電子のエネルギーの相互の関係により所定方向に偏向させるようになっている。図示の例では、電子銃1からの電子線を試料10に垂直に入射させ、また試料からの二次電子を検出器14方向に直進させるように設定されている。EXBフィルタ5で偏向された成形ビームはレンズ8、9で1/5に縮小されて試料10に投影される。試料10から放出されたパターン画像の情報を持つた二次電子11はレンズ9、8、12、13で拡大され検出器14で二次電子画像を形成する。この4段の拡大レンズは9と8が対称タブレットレンズを形成し、12と13もやはり対称タブレットレンズを形成しているので無歪レンズとなっている。

【0020】

一方、試料基板10に接近して配置された荷電粒子照射部19は、図1ないし図4に示す構造のものであり、試料基板10の酸化膜や窒化膜の表面構造の違いや、異なる工程後毎のそれぞれの試料基板に対して適当な条件により、荷電粒子18を照射するようになっており、試料基板に対して最適な照射条件で照射を行つた後、すなわち、試料基板10の表面の電位を平滑化、もしくは荷電粒子により飽和させた後に、電子線2、11により画像を形成し、欠陥を検出するようになっている。

【0021】

次に、本発明に係わる半導体デバイスの製造方法の実施の形態の例を説明する。図6は、本発明の半導体デバイスの製造方法の一例を示すフローチャートである。この例の製造工程は以下の各主工程を含む。

(1) ウエーハを製造するウエーハ製造工程（又はウエーハを準備するウエーハ

準備工程) (ステップ10)

(2) 露光に使用するマスクを制作するマスク製造工程(又はマスクを準備するマスク準備工程) (ステップ11)

(3) ウェーハに必要な加工処理を行うウェーハプロセッシング工程。 (ステップ12)

(4) ウェーハ上に形成されたチップを一個ずつ切り出し、動作可能にするチップ組立て工程。 (ステップ13)

(5) 完成したチップを検査する検査工程。 (ステップ14)

なお、これらの主工程はさらにいくつかのサブ工程からなっている。

【0022】

これら主工程の中で、デバイスの性能に決定的な影響を及ぼす主工程は、ウェーハプロセッシング工程である。このウェーハプロセッシング工程では、設計された回路パターンをウェーハ上に順次積層し、MPUとして作動するチップを多数形成する。

【0023】

このウェーハプロセッシング工程は、以下のサブ工程を含んでいる。

(I) 絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、或いは電極部を形成する金属膜等を形成する薄膜形成工程(CVDやスパッタリング等を用いる)。

(II) この薄膜層やウェーハ基板を酸化する酸化工程。

(III) 薄膜層やウェーハ基板等を選択的に加工するためにマスク(レクチル)を用いてレジストのパターンを形成するリソグラフィー工程。

(IV) レジストのパターンに従って薄膜層やウェーハ基板加工するエッチング工程(例えばドライエッチング等)

(V) イオン・不純物注入拡散工程。

(VI) レジスト剥離工程。

(VII) 加工されたウェーハを検査する検査工程。

なお、ウェーハプロセッシング工程は、多層ウェーハの場合には必要な層数だけ繰り返しを行い、設計通り動作するデバイスを製造する。

【0024】

図7は、図6のウェーハプロセッシング工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである。このリソグラフィー工程は、以下の各工程を含んでいる。

- (1) 前段の工程で回路パターンが形成されたウェーハ上にレジストをコートするレジスト塗布工程。（ステップ20）
- (2) レジストを露光する露光工程。（ステップ21）
- (3) 露光されたレジストを現像してレジストのパターンを得る現像工程。（ステップ22）
- (4) 現像されたレジストパターンを安定化させるためのアニール工程。（ステップ23）

以上のデバイス製造工程、ウェーハプロセッシング工程、リソグラフィー工程については、周知があるのでこれ以上の説明を省略する。

【0025】

上記（VII）の加工されたウェーハを検査する検査工程に、本発明の欠陥検査装置を用いることにより、微細なパターンを有する半導体デバイスでも、スループットよく検査ができるので、全数検査が可能となり、製品の歩留まりを向上させ、欠陥製品の出荷を防止する。

【0026】

【発明の効果】

以上説明した通り、本発明においては、荷電粒子照射による測定の直前処理によって、帯電による測定画像歪みが生じないか、生じてもわずかであるので欠陥を正しく測定できる。

【0027】

また、従来では使用が問題となっていた量の大電流を流してステージを走査できるので、二次電子も多量に検出され、S/N比の良い検出信号が得られ、欠陥検出の信頼性が向上する。

【0028】

また、S/N比が大きいので、より早くステージを走査しても良好な画像データを作製でき、検査のスループットを大きくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は本発明による電子線検査装置の一実施の形態の要部を示す概略構成図である。

【図2】

図2は荷電粒子照射部の他の実施の形態を示す概略構成図である。

【図3】

図3は荷電粒子照射部のさらに他の実施の形態を示す概略構成図である。

【図4】

図4は荷電粒子照射部のさらに他の実施の形態を示す概略構成図である。

【図5】

図5は本発明の実施の形態による写像投影型検査装置の全体構成を示す概要図である。

【図6】

図6はデバイス製造プロセスを示すフローチャートである。

【図7】

図7はリソグラフィ工程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 : 電子銃
- 2 : 一次電子線
- 3, 4 : レンズ系
- 5 : EXBフィルタ
- 8, 9 : レンズ系
- 10 : 試料基板
- 11 : 二次電子
- 12, 13 : レンズ系
- 14 : 検出器
- 15 : 被検査領域
- 17 : 荷電粒子照射部

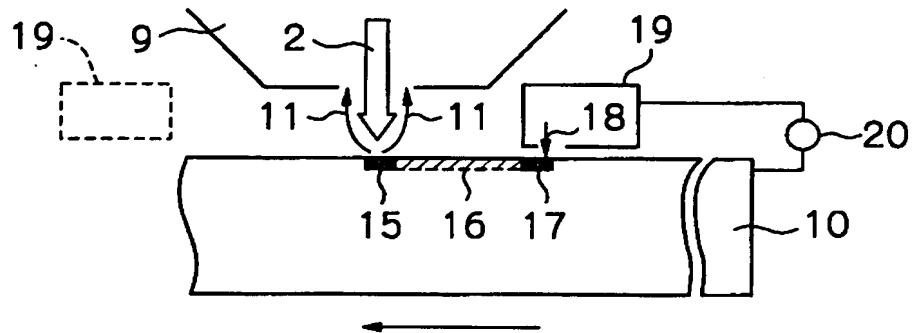
特2001-035069

18：荷電粒子

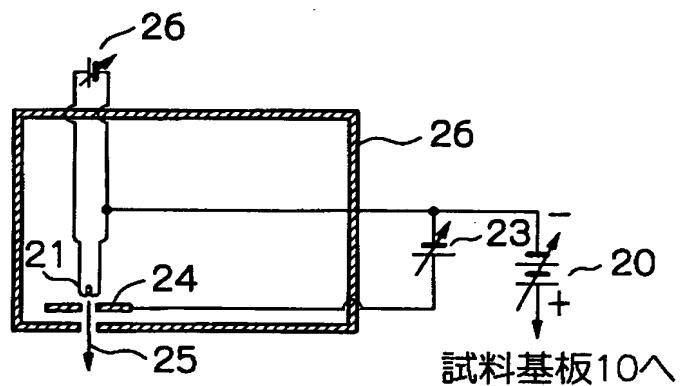
19：荷電粒子照射部

【書類名】 図面

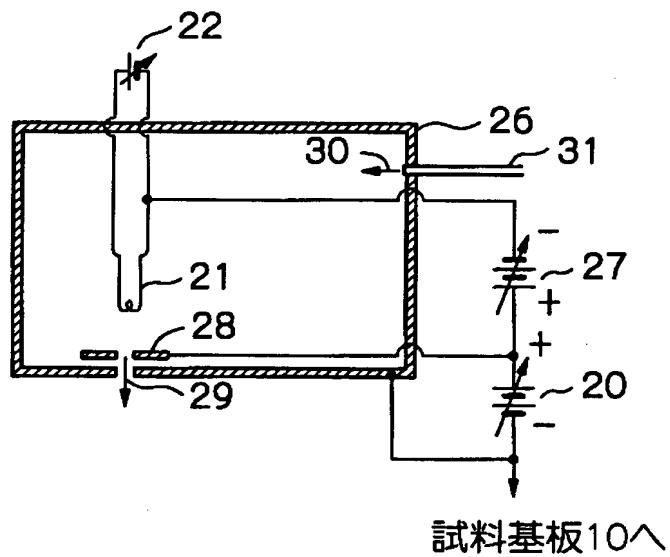
【図1】



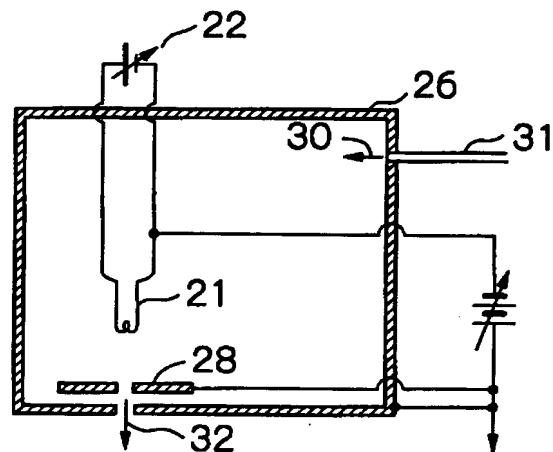
【図2】



【図3】

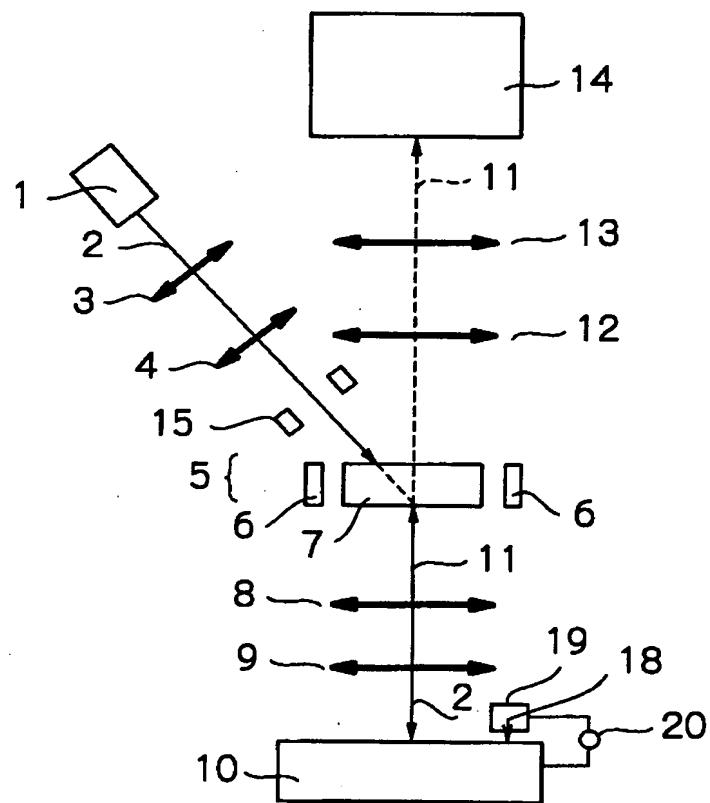


【図4】

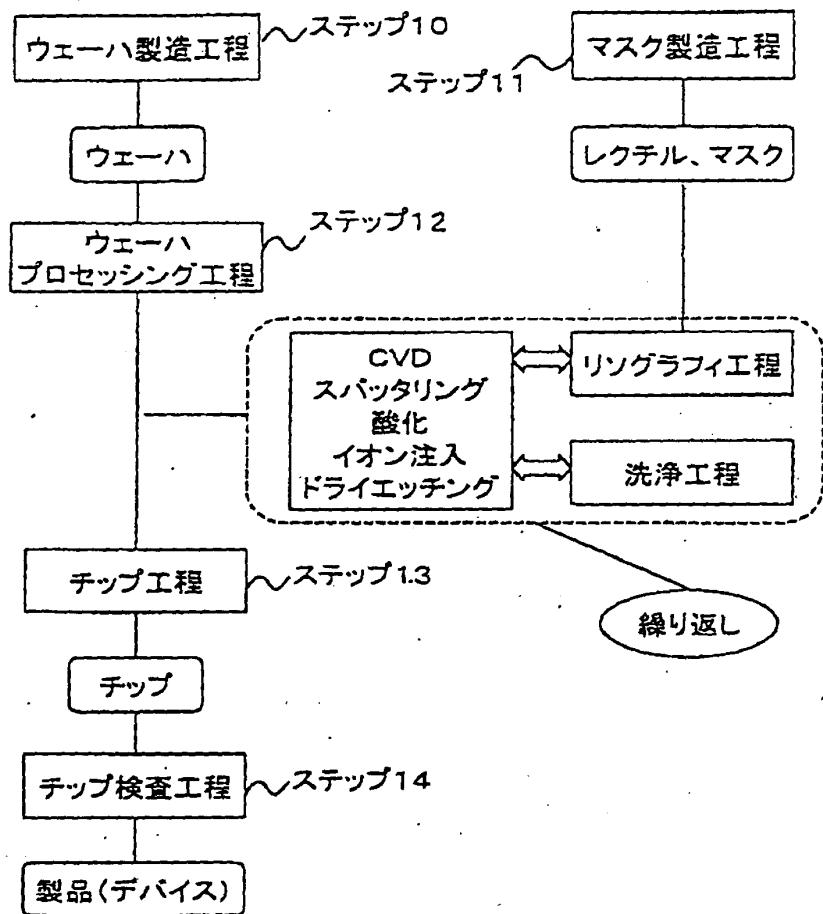


試料基板10へ

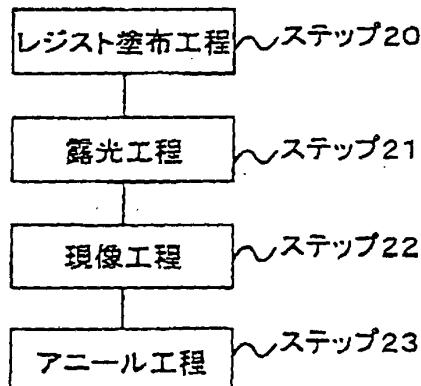
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被検査領域の帯電による画像歪みを生じないようにするか最小限とすることにより、試料の欠陥を正しく測定できるようにする。

【解決手段】 電子照射部、レンズ系、偏向器、EXBフィルタ（ウィーンフィルタ）、電子検出器を有し、前記電子照射部から電子線を前記レンズ系、偏向器、EXBフィルタを介して試料の被検査領域に照射し、試料から生成する電子を前記電子検出器に前記レンズ系、偏向器、EXBフィルタにより結像させ、その電気信号を画像として検査する写像投影型電子線検査装置において、検査直前の被検査領域をあらかじめ荷電粒子により照射する荷電粒子照射部を備えた。

出願人履歴情報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名 株式会社東芝

2. 変更年月日 2001年 7月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝

出願人履歴情報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号

氏 名 株式会社荏原製作所